Aus der Medizinischen Univ. Poliklinik Bonn.
Direktor: Prof. Dr. Bürger.

Über die Atemschwankungen des Elektrokardiogrammtyps bei Myokardschäden.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn.

Vorgelegt am 21. Juni 1937
von
Günther Schmitz
aus Sinzig a. Rhein.

Bonn 1937
Anton Brand, Bonn.

Gedruckt
mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Bonn.

Referent: Doz. Dr. Schlomka
Korreferent: Prof. Dr. Bürger.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546422_0014

Über die Atemschwankungen des Elektrokardiogrammtyps bei Myokardschäden.

Einleitung.

Es ist schon oft die Frage aufgeworfen und angegangen worden, ob bestimmte Beziehungen bestehen zwischen respiratorischer Arrhythmie und respiratorischen Änderungen des Elektrokardiogrammtyps hinsichtlich seines Verhaltens des Rechts- bezw. Linksüberwiegens. Diese Frage wurde meist dahin beantwortet, daß die Verschiebung des Ekg-Typs, und zwar bei der Einatmung nach Rechts und bei der Ausatmung nach links, eine Folge der respiratorischen Zwerchfellstandsänderungen auf die Lage des Herzens sei.

Nach neueren Ergebnissen aber ist es sichergestellt, daß die Atmung die Lage des Herzens nicht nur passiv ändert, sondern die Arbeitsbedingungen desselben verändert mit dem Wechsel der Atmung, und zwar im Sinne einer Volumenzunahme bei der Einatmung, einer Volumenabnahme bei der Ausatmung. Weiter wurden in Abhängigkeit von der Atemtätigkeit Schwankungen des Schlagvolumens nachgewiesen und zwar auch im Sinne einer Vergrösserung bei der Einatmung und umgekehrt. Schlomka und Reindell haben dann fernerhin wahrscheinlich gemacht, daß die respiratorische Arrhythmie Folge der unterschiedlichen Füllungsverhältnisse des Herzens in den einzelnen Atemphasen ist. Dementsprechend haben dann weitere Untersuchungen von Schlomka und Vienken an Herzen Gesunder gezeigt, daß die atmungsbedingte passive Herzlageänderung für die respiratorische Verschiebung des Ekg-Typs nicht das maßgebliche Moment ist wie bisher allgemein angenommen wurde; denn einmal erfolgt die Verschiebung des Ekg-Typs in Abhängigkeit von der Pulszeitänderung und hinkt

damit dem Wechsel der Atemphasen immer etwas, oft sogar beträchtlich nach, sodaß also die passive Herzlageänderung nicht die wesentliche Ursache der Typenindexverschiebung sein kann.

Ferner zeigten die Untersuchungen, daß sich der Ekg-Typ bei langsamen Pulszeiten weniger verschiebt als bei schnellen, d. h. es ergibt sich die Folgerung, daß eine Bindung der respiratorischen Verschiebung des Ekg-Typs an die respiratorische Arrhythmie besteht, die irgendwie hämodynamisch bedingt sein muß.

Wenn aber entgegen der bisher geltenden Meinung die respiratorischen Änderungen des Ekg-Typs nicht oder doch nicht vorwiegend bedingt sind durch respiratorische Zwerchfellstandsänderungen, dann war zu vermuten, daß kranke Herzen sich im respiratorischen Verhalten des Ekg-Typs von gesunden Herzen unterscheiden würden. Umgekehrt aber ließ sich auf dem Boden der bisherigen Vorstellungen kein Grund dafür herleiten, daß sich in Bezug auf die respiratorische Beeinflussung des Ekg-Typs kranke und gesunde Herzen wesentlich unterscheiden sollten. Die Untersuchung der Atemschwankung des typenmäßigen Bildes der Herzstromkurve bei den Herzkranken bot damit eine Möglichkeit, die bisherigen Folgerungen von Schlomka und Mitarbeitern über die respiratorische Arrhythmie an einem neuen Tatsachenmaterial zu überprüfen.

Eine solche Untersuchung schien zugleich als Beitrag zu einigen Fragen der klinischen Elektrokardiographie als solcher gerechtfertigt.

Untersuchungsmethodik und Material:

Um das Verhalten der Typenindices der einzelnen Herzstromkurven zahlenmäßig auszudrücken, wurde die von Schlomka entwickelte Typenindexformel benutzt:

$$TI = \frac{(O_1 - U_1) - (O_3 - U_3)}{(O+U)\ max}$$

In diesem Ausdruck bedeuten O den größten Ausschlag des QRS-Komplexes nach oben, U den nach unten von der Isoelektrischen; die diesen beigefügten Zahlen die Ableitungen (1 oder 3). (O + U) max bedeutet die größere Gesamtamplitude der beiden Ableitungen der Kammeranfangsschwankung. Von den so erhaltenen Indexwerten bedeuten negative ein rechtstypisches, positive Indexwerte ein linkstypisches Ekg.

Um die während der einzelnen Atemphasen erfolgenden Verschiebungen des Ekg-Typs festzustellen, wurde einmal die Differenz aus dem in dem kürzesten inspiratorischen Schlagintervall gefundenen Indexwert Ii und aus dem in dem längsten expiratorischen Schlagintervall gefundenen Indexwert Ie gebildet. In der so gefundenen Formel:

$$Di = Ii - Ie$$

bedeuten negative Zahlen bei der Einatmung eine Rechtsverschiebung, positive eine Linksverschiebung gegenüber dem Verhalten bei der Ausatmung. Außerdem aber wurde noch ein weiteres Vergleichsmaß für die respiratorische Verschiebung des Ekg-Typs auf folgendem Wege gebildet: Für jedes Ekg bestimmten wir den mittleren Typenindexwert und suchten dann weiter für die über diesem mittleren Typenindexwert liegenden und für die unter diesem mittleren Typenindexwert liegenden Typenindices das Mittel (I_E bzw. I_I). Die ersteren (I_E) sahen wir als Maß des expiratorischen, die letzteren (I_I) als Maß des inspiratorischen Verhaltens des Typenindex an. Damit ergab der Ausdruck:

$$\Delta i = I_I - I_E$$

ein zweites Maß der Typenindexverschiebung, wobei wiederum negative Werte inspiratorisch eine Rechtsverschiebung, positive Zahlen expiratorisch eine Linksverschiebung bedeuten.

Da die drei Ableitungen nun nicht gleichzeitig, sondern nacheinander geschrieben waren, ergab sich eine Schwierigkeit, nämlich die Zusammengehörigkeit der Einzelschläge in der I. und III. Ableitung für die Berechnung von TI zu bestimmen.

Da es aber nötig war, die Herzschläge möglichst in ihrer

I. und III. Ableitung in Beziehung zur Atemphase als einander zugehörig zu erkennen, wurde die Dauer der einzelnen Schlagintervalle verglichen und nur die einigermaßen entsprechenden Schlagfolgen als zueinander gehörig betrachtet. Da letztere allerdings nur selten ganz genau übereinstimmten, wurde aus den zugehörigen Werten der beiden Ableitungen jeweils das Mittel gebildet und der weiteren Rechnung zu Grunde gelegt. Dieses Vorgehen bringt natürlich einen gewissen Unsicherheitsfaktor in die Untersuchungen und erhöht die Streuungsverhältnisse.

Die zur Ausmessung benutzten Ekg's selbst wurden aus dem Herzstromkurvenarchiv der Mediz. Univ. Poliklinik Bonn von solchen Patienten ausgewählt, bei welchen nach dem klinischen und elektrokardiographischen Befund ein Myokardschaden angenommen worden war, wobei jedoch von vorneherein alle diejenigen mit komplizierenden Klappenaffektionen, sowie alle mit Rhythmus- oder (supra- bzw. intraventrikulären) Leitungsstörungen ausgeschlossen wurden. Von unter diesen Gesichtspunkten zunächst ausgewählten 250 Ekgen konnten jedoch nur 34 für die vorliegende Untersuchung verwendet werden, weil es nur bei ihnen gelang, genügend lange Kurvenstücke mit entsprechenden Frequenzverhältnissen in Ableitung I und III zu finden. Das durchschnittliche Alter der Patienten, die fast alle als kompensiert anzusehen sind, beträgt 49,3 Jahre.

Ergebnisse:

I.

Zur Prüfung der Vergleichsmöglichkeit der auf diesem Wege bei Herzkranken gewonnenen Messungsergebnisse mit den bei Herzgesunden gemachten Feststellungen schien es zweckmäßig, zunächst das der vorliegenden Untersuchung zu Grunde liegende Material in allgemeiner Beziehung, sowohl hinsichtlich des typenmäßigen Verhaltens wie auch der mittleren Frequenzen und der respiratorischen Verschiebungen zu kenn-

zeichnen. Zu diesem Zwecke bestimmten wir zunächst den Durchschnittswert der mittleren Schlagfrequenzen und fanden für Pm einen Wert von 73,3/100 sek., bzw. 82 Schlägen pro Minute. Als Durchschnitt des kürzesten inspiratorischen Schlagintervalls ergab sich ein Wert von Pi = 70,9/100 sek. und als Durchschnitt des längsten expiratorischen Schlagintervalls ein solcher von Pe = 73,6/100 sek. d. h. die mittlere Schlagfrequenz der in dieser Untersuchung einbezogenen Herzkranken lag nicht wesentlich oberhalb der ‚Norm' der Gesunden; der Grad der respiratorischen Arrhythmie war dagegen im allgemeinen recht klein. In typenmäßiger Hinsicht entsprach das vorliegende Material dagegen im Mittel etwa dem Verhalten des Herzgesunden gleichen Alters; denn der für die vorliegenden 34 Herzkranken im Durchschnitt ermittelte ‚mittlere' Typenindex entspricht mit + 0,40 etwa dem für das Alter von 49,3 Jahren zu erwartenden Wert von + 0,30.

II.

Hinsichtlich der respiratorischen Verschiebung des Ekg-Typs ergab sich dann im Mittel für das oben gekennzeichnete Maß der dem größten respiratorischen Frequenzunterschiede zugehörigen Indexverschiebung ein Wert von Di = — 0,04 (bei dem durchschnittlich zugehörigen Dp von 3,1/100 sek.). Entsprechend fand sich für das oben gekennzeichnete Maß Δi der typenmäßigen Verschiebung während der Atmung der Wert von — 0,05. Beide Werte stimmen also praktisch überein und erscheinen zunächst auffallend klein. Letzteres konnte nun zwar nach den Erfahrungen bei Gesunden dadurch bedingt sein, daß die zugehörigen Pulsfrequenzänderungen (mit Dp = 3,1 und Δ p = 2,0/100 sek.) im Mittel sehr klein waren; die Überprüfung der Einzelfälle wies jedoch noch auf eine andere mögliche Ursache hin; denn mehrfach fanden sich Fälle, in denen die respiratorische Typenindexverschiebung nicht rechts, sondern (eher) links gerichtet war bzw. wegen einer unterschiedlichen Richtung von Di und Δi unsicher erscheinen mußte. Es konnten also die gefundenen auffällig

niedrigen Durchschnittswerte für Di uud Δi bedingt oder jedenfalls mitbedingt sein dadurch, daß ein Teil der Herzkranken sich nicht nur quantitativ, sondern qualitativ vom Vorbild der Gesunden unterschied. Tabelle I zeigt jedoch, daß letzteres nur wohl für kaum $^1/_4$ der Fälle zutreffen könnte. Es beweist dies, daß die respiratorische Verschiebung des Ekg-Typs bei den untersuchten Herzkranken an sich also eine allgemein offenbar kleine ist.

Tabelle I.

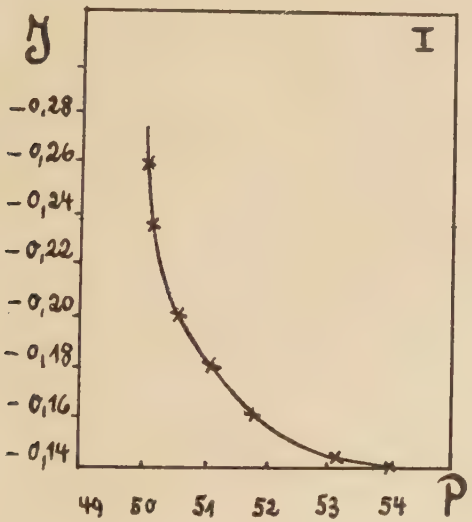
Typenindexverschiebung:	Anzahl der Fälle:
+ Di	10 = 29 %
− Di	24 = 71 %
+ Δi	9 = 26 %
− Δi	25 = 74 %
+ Di u. + Δi	6 = 18 %
− Di u. − Δi	21 = 62 %
+ Di u. − Δi	4 } = 21 %
− Di u. + Δi	3 }

III.

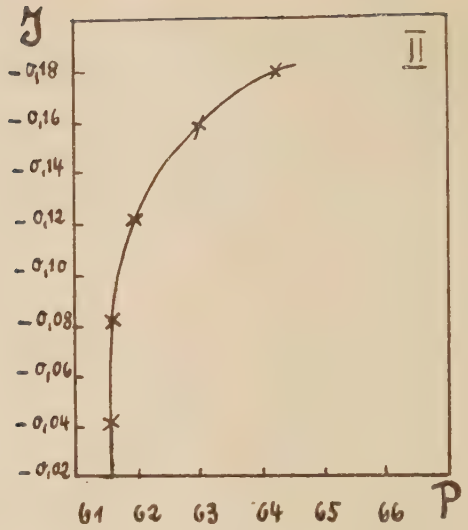
Desweiteren haben wir dann, um einen anderen Vergleich mit dem beim Herzgesunden erhobenen Befunde zu ermöglichen, die bei den einzelnen Untersuchten im Wechsel der Atemphase gefundenen verschiedenen Typenindexwerte nach ihrer beobachteten zeitlichen Folge, sondern lediglich nach der Größe der zugehörigen Pulsintervalle geordnet.

Bei einem solchen Vorgehen ergab sich dann in der Tat bei 16 der Untersuchten d. h. bei rund 50 % ohneweiteres ein jedenfalls grundsätzlich gleiches Verhalten wie bei den Gesunden; denn es ergibt sich in diesen Fällen bei graphischer Darstellung eine Angleichskurve (Abb. I), welche in ihrem Verlauf im Wesentlichen der bei Gesunden gefundenen gleicht, was besagt, daß also auch bei diesen Herzkranken im Bereich der langsamen

Schlagfolgen der Ekg-Typ mit der Atmung sich weniger als im Bereich der kurzen Pulsperioden mit der Atmung nach rechts verschiebt.



Bei 13 der untersuchten Herzkranken schien zwar zunächst bei gleichem Vorgehen eine Zuordnung der Punkte nicht ersichtlich. Nach rechnerischer Ausgleichung, die allerdings erst durch eine ziemlich weitgehende Zusammenfassung einzelner Punktgruppen ermöglicht wurde, ergab sich dann indessen auch hier ein grundsätzlich gleichartiger Kurvenverlauf. Nur in 5 Fällen, d. h. etwa 15% der untersuchten Herzkranken ergab sich auch bei dieser Art des Vorgehens ein abweichendes Verhalten d. h. eine Linksverschiebung des Ekg-Typs unter der Wirkung der Einatmung. (Abb. II.)



Erörterung der Befunde:

Bei der Untersuchung der Ekg's der Herzkranken sowohl in rechnerischer wie in graphischer Beziehung ergab sich also grundsätzlich, daß bei diesen ebenso wie bei den Herzgesunden. Beziehungen bestehen zwischen Atmung und Verhalten des Ekg-Typs. Diese Beziehungen sind zwar bei den Herzkranken lockerer als bei den Herzgesunden und nicht ohne Ausnahmen; trotzdem aber scheinen sie im Großen doch den Regeln der Herzgesunden zu folgen insofern, als im Allgemeinen jedenfalls auch bei ihnen inspiratorisch eine Rechts-, expiratorisch eine Linksverschiebung des Typenindex erfolgt. In diesem Sinne spricht zunächst noch eine weitere Feststellung: Wie die Untersuchungen von Schlomka und Vienken ergeben haben, ist das Ausmaß der respiratorischen Verschiebung des Typenindex unter Anderem abhängig von dem Mittelwert des Typenindex selbst; denn je linkstypischer das Ekg ist, um so mehr pflegt es sich (unter sonst gleichen Verhältnissen) inspiratorisch nach

rechts zu verschieben. Daß Letzteres nun aber auch beim Herzkranken im Großen der Fall ist, erwies sich auf folgendem Wege: Das vorliegende Gesamtmaterial von 34 Fällen wurde in zwei Gruppen unterteilt und zwar in eine solche a), deren mittlere Typenindices über + 0,5 lagen und eine andere Gruppe b), deren mittlere Typenindices unter + 0,5 lagen. Für die 18 Kranken der ersten Klasse ergab sich bei einem durchschnittlichen TI von + 0,70 im Mittel Di = — 0,06 und Δi = — 0,08; für die 16 Kranken der Gruppe b) ergab sich bei einem durchschnittlichen TI von nur + 0,05 im Mittel Di = — 0,03 und Δi = — 0,01 d. h. auch beim Herzkranken erweist sich also die respiratorische Verschiebung des Ekg-Typs in ihrem Ausmaß in der Regel als abhängig vom mittleren Typenindex selbst und gleicht also auch hier jedenfalls grundsätzlich dem Verhalten der Herzgesunden.

Ein wesentlicher Unterschied zum Gesunden scheint aber zunächst in größenmäßiger Beziehung zu bestehen, indem die respiratorische Verschiebung des Ekg-Typs bei den Herzkranken im Ganzen recht klein erscheint im Vergleich mit den beim Herzgesunden beobachteten Werten. Der Grund hierfür konnte nun gegeben sein einmal in einer Abweichung der zahlenmäßigen Beziehungen zwischen respiratorischer Schlagfrequenzänderung und Verschiebung des Typenindex von den bei Gesunden gefundenen; es konnte aber auch lediglich das geringe Ausmaß der respiratorischen Arrhythmie als solches Ursache der geringen Änderungen des Ekg-Typs sein. Im letzteren Falle war dann zu erwarten, daß die gefundenen Indexverschiebungen (im Mittel) den Werten entsprachen, die sich unter Zugrundelegung der beim Normalen von Schlomka und Vienken abgeleiteten Regeln aus den beobachteten Frequenzänderungen ergeben sollten. In diesem Sinne wäre z. B. als mittleres Di für unsere Herzkranken nach den von Schlomka und Vienken an Gesunden abgeleiteten Regeln zu erwarten gewesen:

$$DI = 10\ (34{,}6 + 17{,}3 \cdot I)\ \left(\frac{1}{Pe^{2{,}7}} - \frac{1}{Pi^{2{,}7}}\right)$$

$$= 10\ (34{,}6 + 17{,}3 \cdot 0{,}40)\ \left(\frac{1}{73{,}6^{2{,}7}} - \frac{1}{70{,}9^{2{,}7}}\right)$$

d. h. ein berechnetes $DI = -0{,}04$ in voller Übereinstimmung mit dem gefundenen Wert $Di = -0{,}04$.

Entsprechend ergab sich:

$\Delta I = 10\ (34{,}6 + 17{,}3 \cdot 0{,}40\ \left(\frac{1}{73{,}7^{2{,}7}} - \frac{1}{71{,}2^{2{,}7}}\right) = -0{,}04$ in hinreichender Übereinstimmung mit dem gefundenen $\Delta i = -0{,}05$.

Dadurch ist aber sichergestellt, daß also die Kleinheit von Di bzw. Δi bei Herzkranken im Wesentlichen jedenfalls nur Folge bzw. Ausdruck ist der durchschnittlich so geringen respiratorischen Arrhythmie. Es besagt dies, daß auch bei Herzkranken das respiratorische Verhalten des Ekg-Typs grundsätzlich auf die gleichen Ursachen zurückzuführen ist wie beim Gesunden.

Damit stützen die vorliegenden Untersuchungen an Herzkranken ganz wesentlich im Sinne der eingangs gestellten Frage überhaupt die Auffassung, daß das respiratorische Verhalten des Ekg-Typs vorwiegend hämodynamisch bedingt ist und in erster Linie Ausdruck einer funktionellen Umstellung der Herztätigkeit ist. Denn im Sinne der zur Zeit geltenden Ansicht von der im Wesentlichen nur durch die respiratorische Lageänderung des Herzens physikalisch bedingten Natur der respiratorischen Verschiebungen im Ekg-Typ wäre entgegen den tatsächlichen Befunden nicht erklärlich, warum der Herzkranke eine so auffallend geringe respiratorische Beeinflussung des Typs der Herzstromkurve zeigen sollte. In keiner Weise schließlich aber sind auf dem Boden der bisherigen Vorstellungen jene Beobachtungen am Herzkranken erklärlich, bei denen es inspiratorisch sicher zu einer (allerdings meist nur geringen) Linksverschiebung des Ekg-Typs kommt. Als Ausdruck einer ab-

normen funktionellen Reaktion des geschädigten Herzens erscheinen solche Vorkommnisse immerhin grundsätzlich einer Deutung zugänglich.

Literaturangabe:

Schlomka und Reindell: Z. Kreislaufforschung 1936, Nr. 13.
Schlomka und Vienken: Z. Kreislaufforschung 1937, Nr. 6.

Ich danke Herrn Dozent Dr. Schlomka für die Überlassung des Themas und seine freundliche Hilfsbereitschaft.

Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. Bürger für die Übernahme des Korreferates.

Lebenslauf.

Am 10. Mai 1912 wurde ich in Duisburg-Meiderich geboren als Sohn des Maschinen-Ingenieurs Walter Schmitz und seiner Ehefrau Adele, geb. Steinbach. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule in Sinzig besuchte ich bis Obertertia das Gymnasium in Hadamar b / Limburg, dann das städt. Gymnasium in Andernach, wo ich 1931 die Reifeprüfung ablegte. Ich studierte nun Medizin an den Universitäten Bonn und München. Das Physikum bestand ich im Herbst 1933 in Bonn, ebenda legte ich auch mein Staatsexamen im Dezember 1936 ab.